

Sami Penttinen

KNX-järjestelmän integraatio

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

5.9.2015

Alkusanat

Kiitän työni ohjaajaa projektipäällikkö ins. (AMK) Jonne Järvistä saaduista neuvoista ja opastuksesta aiheeseen, sekä myös koko Insinööritoimisto Stacon Oy:n henkilöstöä. Kiitän myös Helsingin kaupungin Kiinteistöviraston Jari Kukkosta saamastani ajasta ja avusta.

Lisäksi kiitän työni ohjaajaa, lehtori Jarno Nurmiota Metropolia Ammattikorkeakoulusta.

Sami Penttinen

Tekijä Otsikko	Sami Penttinen KNX-järjestelmän integraatio
Sivumäärä Aika	39 sivua + 3 liitettä 5.9.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Projektipäällikkö Jonne Järvinen Lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinöörityön tavoitteena oli tutkia ja vertailla järjestelmien integrointimahdollisuuksia KNX-kenttäväylä-järjestelmään. Insinöörityössä keskityttiin talotekniikassa käytettävien erillisten järjestelmien integrointimahdollisuuksiin sekä myös rakennusautomaatio- eli LVI-integrointimahdollisuuksiin.</p> <p>Tässä työssä esiteltiin mallikohteen lisäksi muutamia kenttäväyläjärjestelmiä sekä niiden ominaisuuksia ja historiaa. Erillisjärjestelmät-käsite sisältää tässä työssä paloilmoitin-/palovaroitinjärjestelmän, kulunvalvonta-, murto- sekä kameravalvontajärjestelmän. Erillisjärjestelmistä on työssä lyhyt kuvaus ja selvitys, onko niitä mahdollista integroida KNX-järjestelmään, millä mittakaavalla, sekä myös mitkä ovat mahdolliset ongelmakohdat integroinnissa. Rakennusautomaation osalta tehtiin myös samanlainen selvitys, kuinka paljon pystytään KNX-järjestelmän avulla toteuttamaan, ja mitkä ovat mahdolliset ongelmakohdat.</p> <p>Insinöörityön tutkimus perustui mallikohteesta saatuihin tietoihin ja niiden analysointiin. Insinöörityössä laadittiin kustannusvertailu nykyisen toteutustavan sekä KNX-järjestelmän välillä. Työssä kerrottiin myös soveltuvuudesta mallikohteeseen. Lopuksi työssä esitettiin, mitä mahdollisia hyötyjä saavutetaan väylärakenteisilla järjestelmillä ja milloin KNX-järjestelmän käyttö on kannattavaa.</p>	
Avainsanat	Erillisjärjestelmät, rakennusautomaatio, integrointi, KNX

Author Title	Sami Penttinen KNX Integration
Number of Pages Date	39 pages + 3 appendices 5th September 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Jonne Järvinen, Project Manager Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The target of this thesis was to study and to compare integration of systems to KNX fieldbus system. This thesis focuses on integration opportunities of separate systems for building services engineering and KNX fieldbus system, as well as building automation or HVAC sector integration opportunities.</p> <p>A model object and a number of fieldbus systems, as well as their properties and history are presented in the study. In this work stand-alone-systems-concept includes the fire detection/alarm system, access control, burglar and video surveillance system. There is a brief description of the stand-alone systems and it is clarified whether it is possible to integrate these to a KNX system, to which extent, and what are the possible problem areas in the integration. A similar report on how much KNX system can be used and what are the possible problems, was made concerning building automation.</p> <p>The study was based on the information of model object and the analyzing of them. The current execution method is clarified and a cost comparison between the current method of implementation and the KNX system is given. The applicability in model object is clarified. It is also clarified which benefits are achieved with bus structure systems and when it is profitable to use KNX system.</p>	
Keywords	Stand-alone systems, building automation, integration, KNX

Sisällys

Alkusanat

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Mallikohteenä helsinkiläinen päiväkot	2
3	Kenttäväyläjärjestelmät	3
3.1	LonWorks	4
3.2	EHS	7
3.3	EIB	8
3.4	Batibus	9
3.5	Modbus	10
3.6	BACnet	11
3.7	DALI	12
4	KNX-kenttäväyläjärjestelmä	14
5	Erillisjärjestelmien integrointimahdollisuudet	15
5.1	Paloilmoitinjärjestelmä ja palovaroitin	17
5.2	Kulunvalvontajärjestelmä	18
5.3	Murtoilmaisujärjestelmä	19
5.4	Kameravalvontajärjestelmä	19
5.5	Poistumistie- ja turvavalaistusjärjestelmä	20
6	Rakennusautomaatio-järjestelmien integrointi	21
6.1	VAK	21
6.2	KNX-järjestelmän integroitavuus	22
6.2.1	Rajapinnat	23
6.2.2	Väylärakenteella saavutettavat hyödyt	24
7	Kustannusvertailu VAK – KNX	24
8	Soveltuvuus valittuun mallikohteeseen	26

9	Yhteenveto ja päätelmät	26
	Lähteet	29
	Liite 1. Esimerkki: toimintaselostus VAK/KNX	
	Liite 2. Esimerkki: toimintaselostus KNX	
	Liite 3. Esimerkki: toimintaselostus DALI/KNX	

Lyhenteet ja käsitteet

Alue	Verkkotopologian eräs käsite. Se sisältää erilaisia verkon perusrakenteita (väylä/rengas/silmukka). Alueet yhdistetään toisiinsa erillisillä alueyhdistimillä.
AU	Automaatio
AV	Audiovisuaalinen
Bacnet	Building Automation and Control Networks
BCU	Bus Coupling Unit, väyläliityntäyksikkö
DALI	Digital Addressable Lighting Interface, valaistuksessa käytettävä väyläteknikka
DC	Direct Current, tasajännite
EHS	European Home Systems
EHSA	European Home Systems Association
EIB	European Installation Bus
Esprit	European Strategic Programme in Information Technology, Euroopan yhteisön vanhin tutkimusohjema
ETS	EIB Tool Software
EU	Euroopan unioni
Gateway	Kahden eri väyläteknikan yhdistävä muunnin
Integroitu järjestelmä	Tarkoitetaan kahden tai usemman talotekniikkaa ohjaavan tai valvovan järjestelmän yhteenliittämistä niin, että ne muo-

dostavat uuden toiminnallisen kokonaisuuden tai yhteisen järjestelmän.

IV	Ilmanvaihto
Kärkitieto (I/O-tieto)	Digitaalisesti ohjattu relelähtö
LC	Line Coupler, linjaliitin
Linja/Väylä	Verkkotopologian yksi muoto. Siinä verkon laitteet on kytketty yhteen yhdistävään kaapeliin.
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
Protokolla	Käytäntö tai standardi, joka määrittelee tai mahdollistaa laitteiden ja ohjelmien väliset yhteydet.
Puu	Verkkotopologian yksi muoto. Samankaltainen kuin tähtitopologia, mutta haarautuu laitteilta useammaksi väyläksi.
Raja-arvo	Ennalta määrätty arvo, jonka saavutettuaan järjestelmä ryhtyy toimenpiteisiin.
Raja-pinta	Kahden eri väylätekniikan kommunikointiraja
Rengas/Silmukka	Verkkotopologian yksi muoto. Siinä verkon laitteet on kytketty yhteen kaapelilla ja ne muodostavat fyysisesti suljetun silmukan.
Solmupiste/Kenttälaite	Solmupiste koostuu mekaanisista, ohjelmallisista ja elektronikka-osista. Laite/tunnistin/painike/ilmaisain ovat solmupisteitä.
Topologia	Kuvaa tapaa, jolla koneet/pisteet on fyysisesti liitetty toisiinsa kaapelilla.

Tähti	Verkkotopologian yksi muoto. Verkon laitteet kytketään toisiinsa yhden pisteen kautta, esim. keskitin/toistin.
VAK	Valvonta-alakeskus = ohjauskeskus

1 Johdanto

Insinööriyön aiheeseen liittyvänä taustatietona voi mainita, että Suomessa vuoden 2015 ensimmäisellä neljänneksellä myönnettiin rakennuslupia yhteensä 9,6 miljoonalle kuutiometrille, josta julkisen rakentamisen osuus oli 926 000 kuutiometriä (osuus siis noin 9,6 %). Kymmenesosa rakennusluvista liittyy julkiseen rakentamiseen, joten tämä osittain selittää insinööriyön kaltaisen selvityksen tarpeellisuuden. (1.)

Nykypäivän talonrakentamisessa vaaditaan järjestelmiltä yhä enemmän joustavuutta, mukautuvuutta ja energiansäästöä. Tämän johdosta erilaisten kenttäväyläjärjestelmien käyttö talotekniikassa on yleistynyt.

Insinööriyössä esitellään muutamia yleisimpiä kenttäväyläjärjestelmiä sekä tutkitaan erillisjärjestelmien ja rakennusautomaation integrointimahdollisuuksia talotekniikan kannalta yleisimmäksi kenttäväyläjärjestelmäksi nousseen KNX-järjestelmän osalta. Tässä työssä painotetaan julkisen sektorin rakentamista.

Tekniikan alalla integrointi tarkoittaa yleisesti toimintojen, palvelujen ja järjestelmien yhdistämistä ja liittämistä yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Tässä työssä yhtenäisenä kokonaisuutena tarkastellaan KNX-järjestelmää.

Taloautomaatiolla tarkoitetaan talotekniikassa rakennusten valaistus-, lämmitys-, valvonta-, turvallisuus-, hälytys- ja ilmanvaihtojärjestelmien ohjaamista automaattisesti. LVIAS-järjestelmiin luetaan kuuluvaksi lämpö, vesi, ilma, automaatio ja sähkö. Rakennusautomaatiolla mm. hallitaan kiinteistöjen olosuhteita, optimoidaan sisäilman laatua ja hallitaan energian kulutusta.

2 Mallikohteena helsinkiläinen päiväkot

Insinööriyössä käytetään mallikohteena helsinkiläistä uudisrakennus-päiväkotiä, jonka kerrosala on noin 750 m². Kerrosalaan on laskettu mukaan lämpimien tilojen lisäksi kylmät varastot, kylmä rullakkotila sekä tuulensuojatila. Päiväkoti on yksikerroksinen, puurunkoinen rakennus, uudiskohde, joka on tarkoitettu noin 80 lapselle.

Varhaiskasvatuslaki 19.1.1973/36 määrittelee lasten päivähoidosta seuraavaa:

Lasten päivähoidolla tarkoitetaan lapsen hoidon järjestämistä päiväkotihoidona, perhepäivähoitona, leikkitoimintana tai muuna päivähoitotoimintana.(3.)

Helsingin kaupungin laatimaan ohjeistukseen ”Ohjeita päivähoitotilojen suunnitteluun 2013”, on koottu ne vaatimukset ja suositukset, joihin ympäristökeskus kiinnittää huomiota valvoessaan päivähoitotilojen, leikkipuistojen ja päiväkerhojen olosuhteita:

Päivähoitopaikan sijaintipaikkaa selvitettäessä pitää saada selville, ovatko mm. melutaso, ilmanlaatu ja maaperä soveltuvia päivähoitopaikan perustamiseen.

Päiväkodin ulkoalueiden tulee olla riittävän valoisia, mutta siellä tulee olla myös varjopaikkoja. Ulkoalueen pitää olla turvallinen ja se on pystyttävä rajaamaan helposti esimerkiksi aidalla. Aidan korkeus tulisi olla 120 cm. Aidan tulee olla rakenteeltaan sellainen, että se ei houkuttele kiipeämään, eikä sen ali pysty ryömimään. Aidan porttien lukkojen/salpojen tulee olla sellaisia, että niiden avaaminen on hankalaa päiväkotikäisille lapsille.

Päiväkodin tilat tulee suunnitella siten, että ne ovat helposti puhtaana pidettäviä sekä päiväkodin ns. kotipesien pitää olla erotettavissa toisistaan ovilla tarttuvien tautien leviämisen ehkäisemiseksi. Jos päiväkodissa on useampi kuin yksi ryhmä, niin tulee päiväkotiin varata terveydenhoito-/eristystilaksi soveltuva huone.

Suunniteltaessa tiloja päivähoitokäyttöön toiminnanharjoittajan tai suunnittelijan on syytä olla mahdollisimman varhaisessa vaiheessa yhteydessä ympäristökeskukseen. Ympäristökeskus voi antaa lausunnon uusien päivähoitotilojen suunnitelmista tai olemassa olevien tilojen tarvitsemista muutostöistä. Lausunnot ja niihin liittyvät tarkastuskäynnit ovat maksuttomia. Ympäristökeskuksen ympäristövalvontayksikön ja ympäristöterveysyksikön lisäksi päivähoitoasioita käsitteleviä muita viranomaisia ovat muun muassa aluehallintovirasto, varhaiskasvatusvirasto, rakennusvalvontavirasto ja pelastuslaitos. (3.)

3 Kenttäväyläjärjestelmät

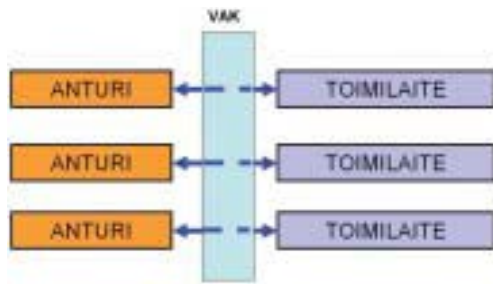
Kenttäväylä määritellään siten, että se on digitaalinen, kaksisuuntainen, väyläliityntäinen tiedonsiirtoratkaisu, jonka avulla yhdistetään älykkäät mittaus- ja ohjauslaitteet, muun automaation näytöt ja käyttöliittymät. Kenttäväylä mahdollistaa ns. hajautetun arkkitehtuurin, jossa suurin osa toiminnoista siirtyy kenttälaitteiden suoritettavaksi.

Kaikki kenttäväyläjärjestelmät ovat toimintaperiaatteeltaan samankaltaisia. Tosin eroavaisuuksia on esimerkiksi tuettavissa siirtoteissä, siirtonopeudessa sekä sallitussa verkkotopologiassa. Seuraavissa osioissa on listattu muutamia erilaisia kenttäväyläjärjestelmiä.

Kenttälaitteella yleensä tarkoitetaan toimilaitetta, joka voi olla laite, tunnistin, painike tai ilmaisim. Kenttäväyläjärjestelmään soveltuvissa toimilaitteissa on yleensä sisällytettynä mikropiiri, tosin ei kaikissa järjestelmissä. KNX-järjestelmässä kyseinen mikropiiri kuitenkin löytyy. Mikropiiri mahdollistaa digitaalisen ohjelmoinnin ja tätä kautta kenttälaitenumeroinnin. Jokainen kenttälaitte saa ohjelmoinnissa oman numeron. Numerointi taas mahdollistaa sen, että jokainen kenttälaitte voi olla samassa kytkentälinjassa eli johdotus tapahtuu laitteelta laitteelle. Kun ohjelmointi on suoritettu, niin jokainen kenttälaitte toimii itsenäisenä lähettimenä, vastaanottimena tai molempina riippuen kenttälaitteesta. (4, s. 34-35.)

Esimerkki: Tietty kytkin on haluttu ohjaamaan tiettyjä valaisinryhmiä/Dali-valaisimia. Valaisinryhmät/valaisimet on ohjelmoitu reagoimaan vain tuon tietyn kytkimen lähettämään signaaliin. Tosin näitä kytkimiä/kenttälaitteita, johon valaisimet reagoivat, voidaan ohjelmoida useita.

Kuvassa 1 ja 2 on esitetty perinteinen järjestelmä sekä väyläohjattu järjestelmä.



Kuva 1. Perinteinen järjestelmä. (4, s.13.)



Kuva 2. Väyläohjattu järjestelmä. (4, s.13.)

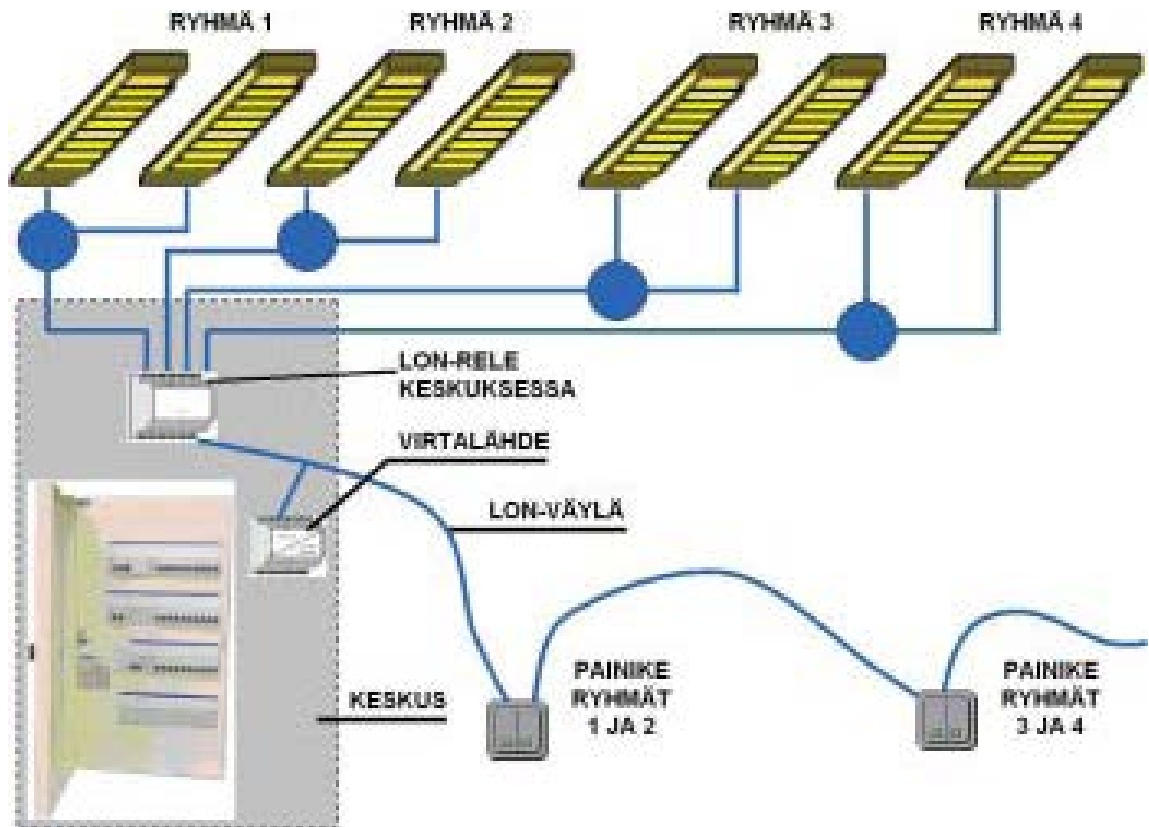
Väyläpohjaisen ratkaisun arvioidaan vähentävän kaapelointi- ja kytkentäpisteiden sekä kytkentäliityntöjen määrää jopa 60 - 70 %. Näin kytkentävirheiden mahdollisuus pienee. Mikäli nämä arviot osoittautuvat oikeiksi, niin kustannussäästöt ovat merkittävät. (4, s. 33.)

3.1 LonWorks

LonWorks on kenttäväyläpohjainen automaatiojärjestelmä. Amerikkalainen yritys, Echelon Corporation, julkisti sen vuonna 1990. Echelon vastaa myös järjestelmän kehityksestä, kehityslaitteistosta ja aputuotteista. Echelon myös omistaa oikeudet LonWorksin sieluun, Neuron-piiriin.

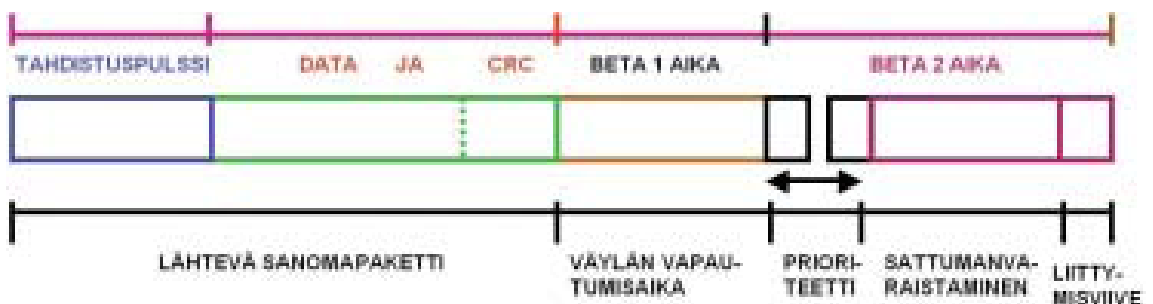
LonWork perustuu ns. LonTalk-standardiin, jonka avulla eri valmistajien laitteet pystyvät kommunikoimaan toistensa kanssa. Järjestelmän eri osissa sijaitsevat solmupisteet voidaan yhdistää toisiinsa käyttämällä useita erilaisia tiedonsiirto-ratkaisuja, mm. kiertelyn parikaapelin tai infrapunon avulla. LonWorks-tekniikkaa voidaan käyttää mm. teollisuusautomaatiossa, koti- ja talousautomaatiossa sekä kulkuneuvoissa. (4, s. 220.)

Kuvassa 3. on esitetty peruseriaate valaistuksen ohjaukselle LonWorks-tekniikan avulla.



Kuva 3. Valaistuksen ohjauksen peruseriaate. (4, s.220.)

Lon-väylässä siis yhdistetään eri solmupisteet toisiinsa, tässä tapauksessa painikkeet. Painikkeet ohjaavat relettä, joka voi sijaita joko keskuksessa tai ns. kentällä kytkentäkotelossa. Rele ohjaa valaistuksen ryhmittä. Eroavaisuus nähdään perinteiseen painike-ohjaukseen verrattaessa siinä, että Lon-väylässä kulkee ainoastaan 30V DC ja ohjaustiedot kulkevat data-viestinä.



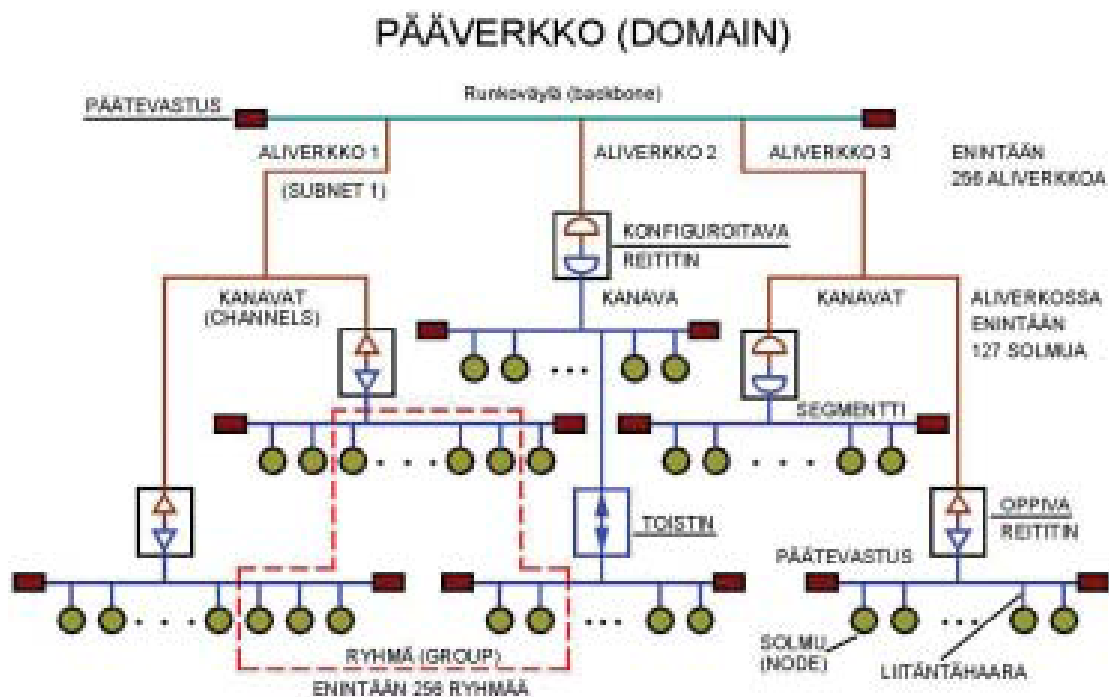
Kuva. 4 LonWorks-väylän tiedonsiirtopaketti. (Data-viesti) (4, s.224.)

Kuvassa 4 on kuvattu miten LonWorks-väylän tiedonsiirtopaketin lähetys etenee. Paketin alussa solmu lähettää väylään tahdistuspulsseja, jotta muut solmut voisivat synkronoida toimintansa lähettävän solmun kanssa ja vastaanottaa viestin. Tahdistuspulsseja lähetetään yleensä 6 bitin verran, mutta niiden määrä voi olla myös suurempi. Tämän jälkeen lähetetään data sekä 16-bittinen CRC, jolla tarkastetaan sanoman/paketin virheettömyys. (4, s. 224.)

Dataosuuden jälkeen on Beta 1 -aika, jolloin ei ole toimintaa. Sen takia sitä kutsutaan Channel idle:ksi eli väylän vapaana oloajaksi. Tämä aika on tyypillisesti hyvin pieni, n. 400µs. (4, s.224.)

Beta 2 -aika sisältää priorisoinnin ja väylälle liittymisen sattumanvaraistamisen, jota käytetään törmäystilanteesta toipumiseen. Kun aika on kulunut, voi solmu lähettää uuden paketin edellyttäen, että väylällä ei ole muuta liikennettä. (4, s.224.)

Data-viesti mahdollistaa sen, että jokaiseen erilliseen solmupisteeseen pystytään ohjelmoimaan monia erillisiä toimintoja, esimerkiksi lyhyt painallus → tietty ryhmä syttyy; pitkä painallus → kaikki ryhmät syttyvät, ja sama pätee edelleen sammutukseen. Kuvassa 5. on kuvattuna LonWorks-verkon rakennetta.



Kuva 5. LonWorks-verkon rakenteen kuvaus (4, s.225.)

LonWorks-verkon pääverkossa voi olla enintään 255 aliverkkoa ja jokaisessa aliverkossa voi taas olla enintään 127 solmua. Tästä johtuen yksi pääverkko voi sisältää 32 385 solmua. Solmulla saa olla vain yksi verkko-, aliverkko- ja solmuosoite. (4, s.225.)

KNX-järjestelmää on lähdetty kehittämään LonWorksin pohjalta. KNX:ssä on pyritty ratkaisemaan LonWorksin isoin ongelma standardisoimalla. LonWorksissä yksi yritys omistaa oikeudet neuron-piiriin, KNX-järjestelmässä taas näin ei ole, vaan se on kaikille valmistajille avoin järjestelmä. Kuvassa 3 esitetty LonWorks-valaistuksen ohjausperiaate pätee myös näin ollen KNX-järjestelmässä.

3.2 EHS

EHS-järjestelmä syntyi 1990-luvun alkupuolella eurooppalaisten yritysten EU-projektina Esprit-tutkimusohjelmassa. Järjestelmä on tarkoitettu pääsääntöisesti kodin automaatioon, lähinnä kodinkoneisiin, esim. pesukoneet, kiukaat, ja viihde-elektronikka. Markkinoilla tällä tekniikalla ei ole montaa valmISRatkaisua. Lisenssit järjestelmään myöntää EHSA-järjestö.

EHS pystyy hyödyntämään monia erilaisia tiedonsiirtoratkaisuja, mm. parikaapelia, sähköverkkoa, radiotaajuuksia tai infrapunaa. Teknisesti EHS on suorituskykyinen ja joustava väyläratkaisu. Sen suurimpana haittana on tosin huono tiedonsiirtokyky. EHS:n tiedonsiirto-nopeus vaihtelee 1,1 kbps:n ja 64 bps:n välillä riippuen siitä, mitä tiedonsiirtoratkaisua käytetään.

Käytettäessä parikaapelia, fyysisen verkon topologiaa ei ole rajoitettu, mutta verkon enimmäispituus saa olla enintään 500 m. Käytännössä EHS:n osoiteavaruus on rajaton, mutta lähetettävien asemien lukumäärä on oltava 40:n ja 256:n välillä.

Vaikka EHS on ollut monipuolinen, kustannuksiltaan edullinen ja teknisesti edistysellinen kenttäväyläjärjestelmä, se ei ole menestynyt merkittävästi. Nykyään EHS kuuluu yhteenliittymään Batibussin ja EIB:n kanssa. Yhteenliittymää kutsutaan nimellä KNX. Se perustuu eurooppalaiseen standardiin EN 50090. (4, s.231.)

3.3 EIB

Kuten edellä mainittiin myös EIB on nyt osa KNX-yhteenliittymää.

EIB on kiinteistötekniikkaan tarkoitettu tiedonsiirtoväylä, jossa yhdistyvät energian- ja käytönhallinnan toiminnot. EIB-väylätekniikka on perusta KNX-järjestelmässä. Kuten LonWorks tekniikassa, myös EIB:ssä on mahdollista ohjelmallisesti määrittellä solmupisteitä käyttäen monia erilaisia toimintoja. Tämä tapahtuu käyttämällä apuna PC:n Windows-pohjaista suunnitteluohjelmistoa. Samaa ohjelmaa käytetään edelleen KNX-järjestelmässä. Tällä hetkellä viimeisin versio on ETS5 (julkaistu kesällä 2014).

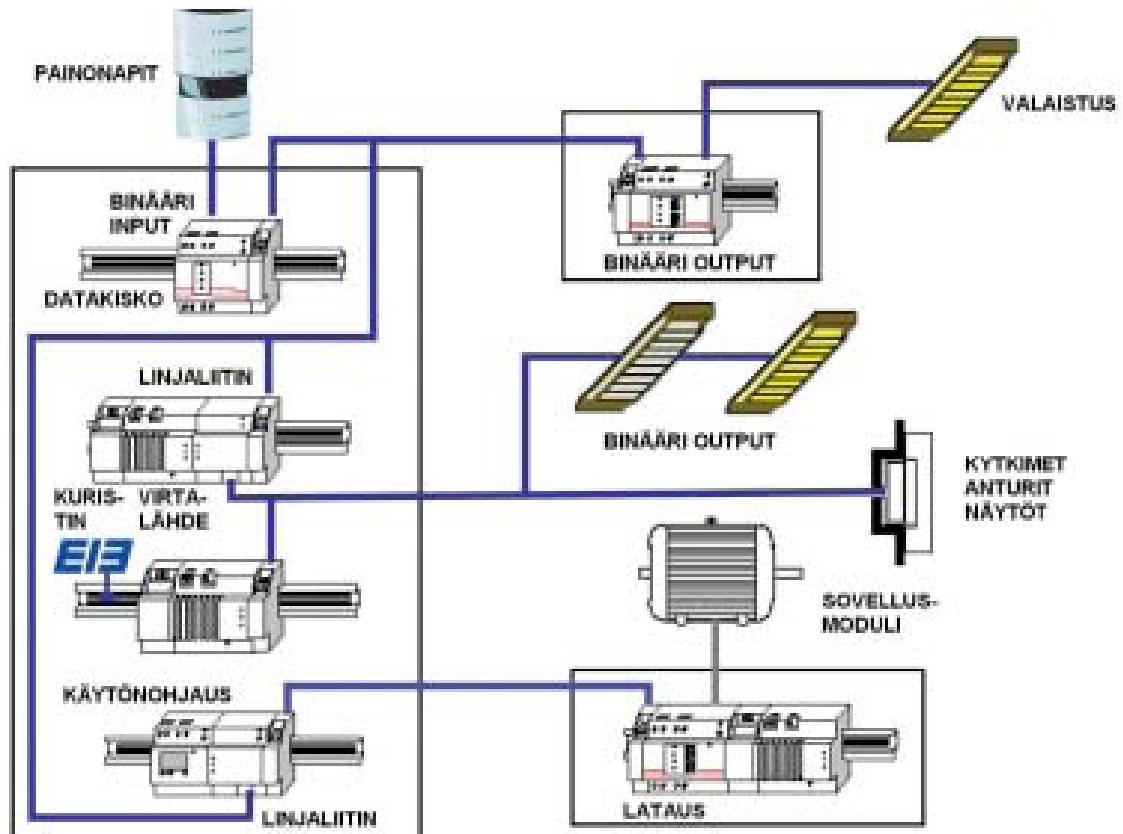
EIB:ssä käytetään väyläkaapelina 2-napaista heikkovirtakaapelia, jonka kautta kytkentä-, valvonta- ym. käskyt/datat liikkuvat. Se myös antaa kojeille käyttöjännitteen 28V DC. Kaapeli voidaan asentaa samaan hyllyyn voimakaapeleiden kanssa, koska sanomat lähetetään ns. symmetrisesti ja näin ollen mahdollisia häiriöitä ei tapahdu. Tosin tätä ei suositella, koska kojeet/laitteet eivät kestä 230 V. EIB:ssä voidaan verkkotopologiana käyttää väylä-, tähti-, puu- tai yhdistelmätopologiaa. Renkas/silmukatopologiaa ei tule käyttää, koska sanoma voi jäädä kiertämään verkkoon, aiheuttaen näin virheellisiä toimintoja.

EIB-järjestelmässä voi olla enintään 14 400 solmua, jos ei käytetä toistimia. Nämä solmut on jaettu 15 alueeseen ja 15 linjaan. Jos taas käytetään toistimia, niin koko järjestelmän maksimi solmupisteiden määrä kasvaa 57 375:een. (4, s.231-233.)

EIB-järjestelmän toimilaitteet on jaettu kolmeen eri tyyppiin:

1. Peruskomponentit, esim. virtalähde, kuristin, signaali-filtteri
2. Järjestelmäkomponentit, esim. väyläliityntäyksikkö (BCU), linjaliittimet (LC), reitittimet
3. EIB-laitteet, esim. toimielimet, näyttöpaneelit. (4, s.231-233.)

Kuvassa 6 on asennusesimerkkikuva EIB-järjestelmästä.



Kuva 6. Asennusesimerkkikuva EIB-järjestelmästä. (4, s.235.)

3.4 Batibus

Batibus-kenttäväyläjärjestelmä perustuu ranskalaiseen NFC 46620 standardiin. Batibus on myös osa KNX-yhteenliittymää.

Batibus soveltuu käytettäväksi parhaiten pieniin kohteisiin, johtuen sen rajallisesta osoitevaruudesta (1000 laitetta) ja siirtonopeudesta (4,8 kbps). Sitä voidaan pitää pääasiassa sähköasennusjärjestelmänä, koska se on parhaimmillaan valaistuksen sekä suoran sähkölämmityksen ohjauksessa. Se soveltuu myös muihin tarkoituksiin, kuten murtosuojaukseen ja porttipuhelinjärjestelmiin.

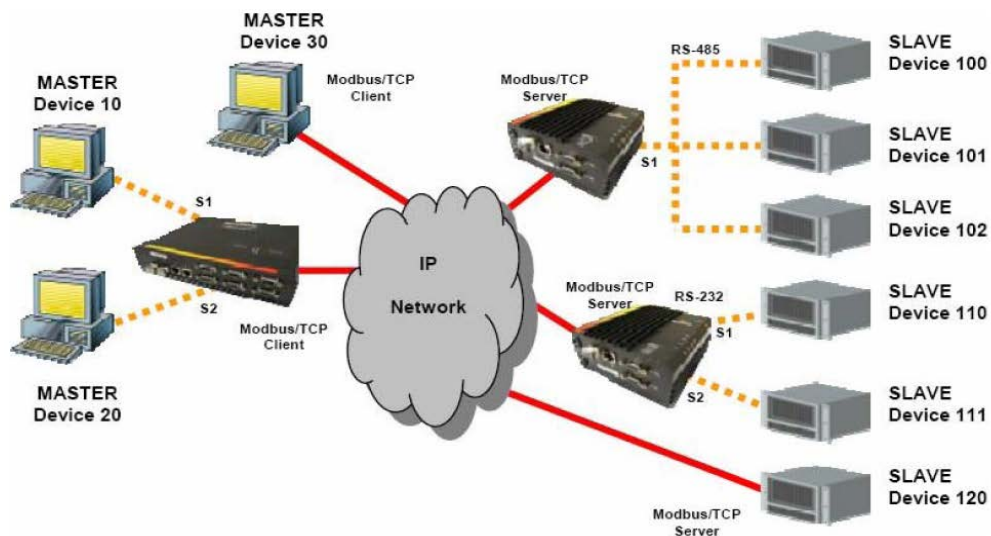
Batibusissa käytetään siirtotienä parikaapelia, jonka pitää olla kierretty ja häiriösuojattu. Väyläjännite on 15 V ja segmentin kokonaiskulutus voi olla enintään 150 mA. Tästä johtaen, kun tyypillinen laitekohtainen kulutus on 2 mA, niin segmentin laitteiden enimmäismääräksi saadaan 75 kpl. Kun segmenttejä saa olla 14 kpl, saadaan kokonaiska-

pasiteetiksi edellä mainittu 1000 laitetta. Batibusin väylätologia on vapaaehtoinen eli se tukee mm. väylä-, tähti-, silmukkatopologiaa sekä näiden yhdistelmiä. (4, s.229-230.)

3.5 Modbus

Modbus on tiedonsiirtoprotokollaperhe, joka on tarkoitettu alunperin logiikkojen toisiinsa liittämistä varten. Modbus on avoimeen arkkitehtuuriin perustuva väylä ja se on perustettu vuonna 1979. (4, s.243.)

Kuvassa 7 on kuvattuna Modbusin arkkitehtuuria TCP/IP siirtotienä käytettynä.



Kuva 7. Esimerkkikuva ModBus-väylän arkkitehtuurista. (6, s.10.)

Modbusin pääasialliset käyttökohteet ovat teollisuuden sovellukset, energian optimointijärjestelmät, rakennuskohteet sekä pitkän matkan tiedonsiirto. Se on yleisimmin käytetty kenttäväyläjärjestelmä rakennusautomaatiossa. ModBus toimii ns. isäntä-renki-protokollalla, joka on helppo toteuttaa sarjaliitännöihin. Isäntä-renki-protokolla tarkoittaa, että kentälaitteella itsellään ei ole mahdollista raportoida eteenpäin mahdollisissa poikkeustilanteissa. Isäntälaitte kyselee säännöllisesti rengeiltä eli kentälaitteilta tietoa. Tämä taas vie verkon kapasiteettia. Modbus-osoitteisto sallii 254 laitetta yhdessä väylässä. (4, s.244; 5).

Modbusin ja KNX-järjestelmän yhdistäminen on erittäin helppoa nykypäivänä johtuen todennäköisesti siitä, että molemmilla kenttäväyläjärjestelmillä on omat erilliset vahvuusalueensa talotekniikassa. Modbusin ja KNX:n välille tarvittava muunnin eli gateway löytyy monen valmistajan tuotevalikoimasta.

3.6 BACnet

Bacnetin kehittäminen alkoi vuonna 1987 Yhdysvalloissa, jolloin Standard Project Committee kokoontui ASHRAEn vuosittaisessa tapaamisessa Nashvillessä, Tennesseessä. Bacnet julkaistiin virallisesti vuonna 1995 ANSI/ASHRAE standardin 135 kanssa. Seuraavana vuonna ASHRAE Standing Project Committee 135 perustettiin ylläpitämään standardia. Bacnet on myös standardisoitu kansainväliseen ISO 16484-5 standardiin.

Bacnet-verkkoon liittyvät laitteet mallinnetaan objekteina, jotka koostuvat joukosta ominaisuuksia. Siirtotienä Bacnet pystyy hyödyntämään mm. IEEE 802.3, RS-232, RS-485 sekä myös LonTalk. Näin ollen Lonworks pystytään yhdistämään Bacnettiin. EIB tukee myös Bacnettiä ja siten myös KNX pystytään yhdistämään helposti Bacnettiin.

Bacnet-protokolla koostuu neljästä toimintakerroksesta: fyysinen kerros, siirtoyhteys-, verkko- ja sovelluskerros. Bacnet on myös varustettu viidellä optiolla, jotka vastaavat OSI-mallin siirtoyhteys- ja fyysistä kerrosta.

Kuvassa 8 on kuvattuna Bacnet-kerrokset sekä -rajapinnat. Tyyppi 1 eli ISO 8802-2 sisältää optio 1:n ja 2:n. Optio 3 on isäntä-renki/vuorosiirtoprotokolla. (Master-Slave/Token-passing; MS/TP). Optio 4 sisältää Point-to-point-protokollan (PTP). Viimeinen Optio 5 sisältää LonTalkin. (4, s. 226-229; 7; 8.)

BACnet kerrokset					Vastaavat OSI kerrokset
BACnet sovelluskerros					Sovellutus
BACnet verkkokerros					Verkko
ISO 8802-2 (IEEE 8802.3) Tyyppi 1		MS/TP	PTP	LonTALK	Siirtoyhteys
ISO 8802-3 (IEEE 802.3)	ARCNET	EIA-485	EIA-232		Fyysinen

Kuva 8. BACnet-kerrokset ja -rajapinnat. (4, s. 228.)

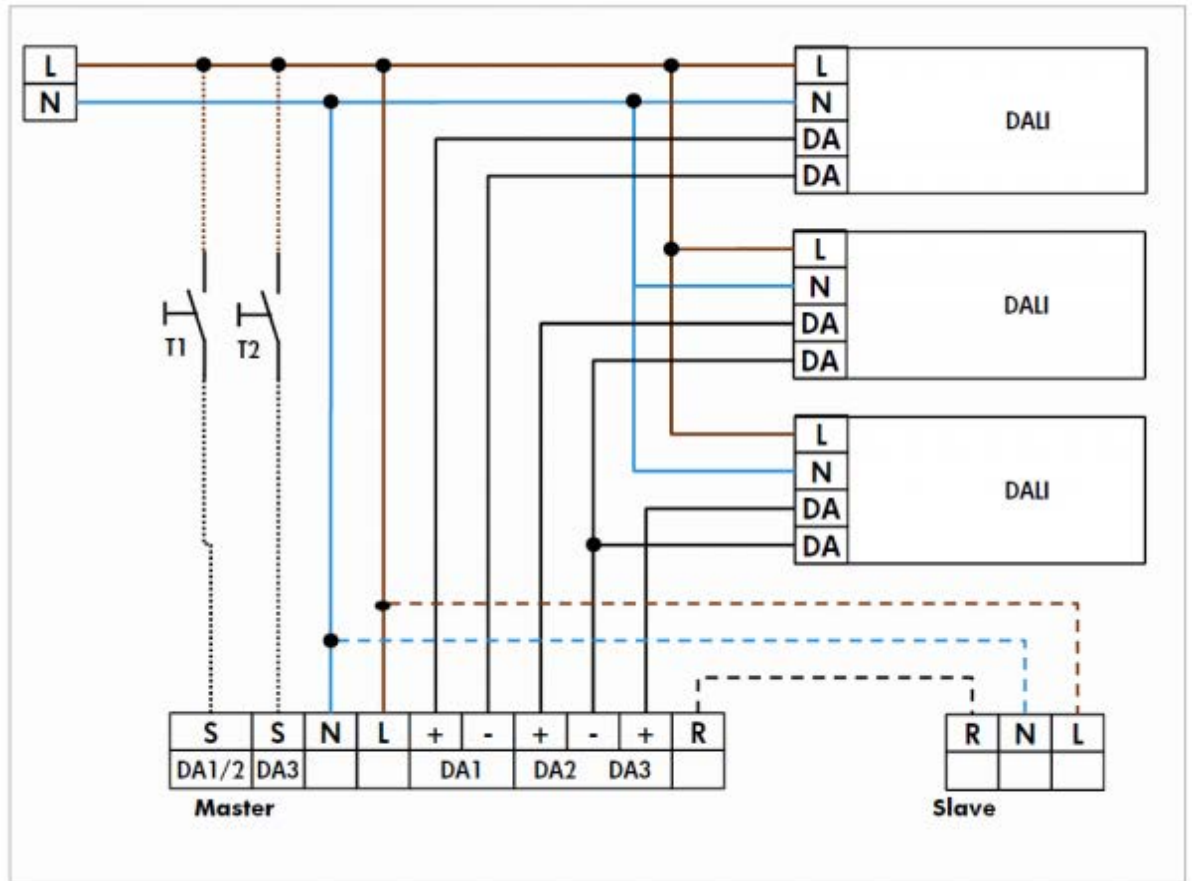
3.7 DALI

DALI suunniteltiin vanhan analogisen 1-10 V -ohjausjärjestelmän korvaajaksi. DALI perustuu valaistuksen laitekohtaiseen ohjaukseen. DALIn tarkoituksena on luoda ihan-teellinen ja yksinkertainen järjestelmä, jonka oppiminen on helppoa. DALI on standar-doitu standardiin IEC 60929, joka on loistelamppu-valaisinstandardi. DALI tukee 64:ää laitetta kerralla sekä 16:sta ohjattavaa ryhmää ja 16:sta erilaista valaistustilannetta. (8.)

DALI liitetään yleensä alijärjestelmäksi muihin väyläteknikkaan perustuviin järjestelmiin taloautomaatiossa. Näin se toteutetaan yleensä myös KNX-järjestelmän kanssa. Sää-timet ja painikkeet sijaitsevat KNX-väylässä ja niiden lähettämät tiedot siirretään gate-wayn kautta DALI-väylään, jossa toimilaitteet sijaitsevat eli tässä tapauksessa valaisi-met.

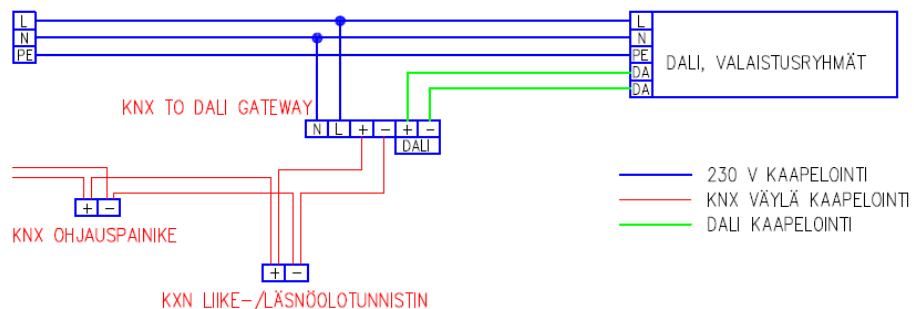
DALia tosin pystytään käyttämään myös muissa sovelluksissa valaistuksen ulkopuolel-la. Tosin käytännön kokemuksissa on ilmennyt ongelmia DALIn kanssa, vaikka teorias-sa sen pitäisi toimia moitteettomasti.

Kuvassa 9 on kuvattu luokan vakiovalon säädön kytkentäkaavio. Kuvassa Master sekä Slave kuvaavat liike-/läsnäolotunnistimia ja DALI-laatikot valaisimia. T1 ja T2 kuvaavat taas painikkeita, joiden avulla pystytään ohjaamaan valaistus haluttuun valaistusvoi-makkuuteen.



Kuva 9. Vakiovalon säätö -kytkentäkaavio. (10. s. 118.)

Edelleen kuvassa 10 on kuvattu KNX-väylän kautta ohjattujen DALI-valaisinryhmien kytkentäkaavio. Ohjauspainike kuvaa kaaviossa painiketaulua, johon voidaan ohjelmallisesti määrittää monia erillaisia toimintoja. Gateway kuvaa muunninta, joka muuntaa KNX-väylän signaalit DALI-väylään sopiviksi. Tunnistin KNX-väylään sopivaa liike-/läsnäolotunnistinta, joka toimii kuten normaali tunnistin, mutta käyttää siirtotienä KNX-väylää. Liitteessä 3 on myös kuvattuna esimerkki DALI/KNX toimintaselostuksesta.



Kuva 10. KNX väylän kautta ohjattujen DALI-valaisimien kytkentäkaavio.

4 KNX-kenttäväyläjärjestelmä

Vuonna 1999 kolmea eurooppalaista kenttäväyläjärjestelmää (Batibus, EIB, EHS) hallinnoivat yhdistykset perustivat KNX Associationin. KNX Association on voittoa tavoittelematon yhdistys, joka toimii Belgian lainsäädännön alaisuudessa.

KNX oli syntyessään ensimmäinen maailmanlaajuisesti standardoitu kenttäväylä. Se on standardoitu seuraavissa standardeissa:

- ISO/IEC 14543-3
- CEN EN 13321-1, EN 13321-2
- CENELEC EN 50090
- ANSI/ASHRAE (Yhdysvallat) 135
- SAC (Kiina) GB/T 20965

KNX-järjestelmällä on 386 jäsenyrityksen tarjoamaa 7 350 erilaista sertifioitua tuoteperhettä. (11, s. 7; 12, s. 3; 13.)

KNX-järjestelmä koostuu linjoista ja alueista. Linja voi sisältää maksimissaan 64 KNX-laitetta. Alueita voi olla maksimissaan 15 kpl ja yksi alue voi sisältää 15 kpl linjoja. Erilliset alueet ja linjat liitetään toisiinsa alue- ja linjayhdistimillä. Näin saadaan KNX-järjestelmän maksimilaittekapasiteetiksi 14 400 laitetta. Tosin tätä lukua pystytään kasvattamaan erilaisilla toistimilla, mutta tämä ei ole suotavaa. (11, s. 15).

KNX-järjestelmän kaapelointi voidaan toteuttaa joko väylä-, tähti-, puutopologialla tai näiden yhdistelmällä. Silmukatopologian käyttäminen ei ole suositeltavaa, koska signaali voi lähteä kiertämään silmukassa aiheuttaen näin virhetoimintoja. Kaapeloinnissa käytetään yleensä 2-parista kaapelia, esim. KLM 4x0,8. Järjestelmään on myös standardoitu kaapelit JY(ST)Y 2x2x0,8; PYCYM 2x2x0,8 sekä LSHF 2x2x0,8. (4, s. 232.)

KNX-järjestelmää käytetään tällä hetkellä enimmäkseen valaistuksen ja pistorasioiden ohjaukseen, mutta sitä on hyödynnetty myös energian mittaukseen, erilaisten moottorien ohjaukseen, kuten verhomootorit, sekä myös savunpoistosovelluksiin. Kohteita, joissa KNX-järjestelmää on hyödynnetty, löytyy Suomesta laidasta laitaan. Tämänhetkisen tekniikan tason ansiosta KNX-järjestelmä pystyy pikku hiljaa kattamaan myös isojen kohteiden taloautomaation tarvittavat sovellukset, eikä ainoastaan pienten kohteiden, kuten omakotitalojen sovellukset. KNX-järjestelmää on hyödynnetty niin yksityisessä rakentamisessa kuin julkisella puolella. Referenssikohteina voidaan mainita esimerkiksi Helsingissä sijaitseva Musiikkitalo, jossa KNX-väylän avulla ohjataan valaistusta, AV-tekniikkaa sekä savunpoistopeltejä, puhaltimia ja luokkuja. Edelleen yksityispuolelta voidaan mainita Espoossa sijaitseva vuonna 2012 valmistunut pilottiprojekti, kahdeksankerroksinen älykerrostalo Adjutantti, jossa jokainen huoneisto on varustettu KNX-järjestelmällä. KNX-järjestelmän avulla jokainen asukas voi nähdä oman asuntonsa energiakulutuksen reaaliajassa. Asunnot on myös varustettu kotona/poissa-kytkimellä, jonka avulla ohjataan valaistusta, sähkölaitteita ja huoneiston lämmitystä. (14; 15.)

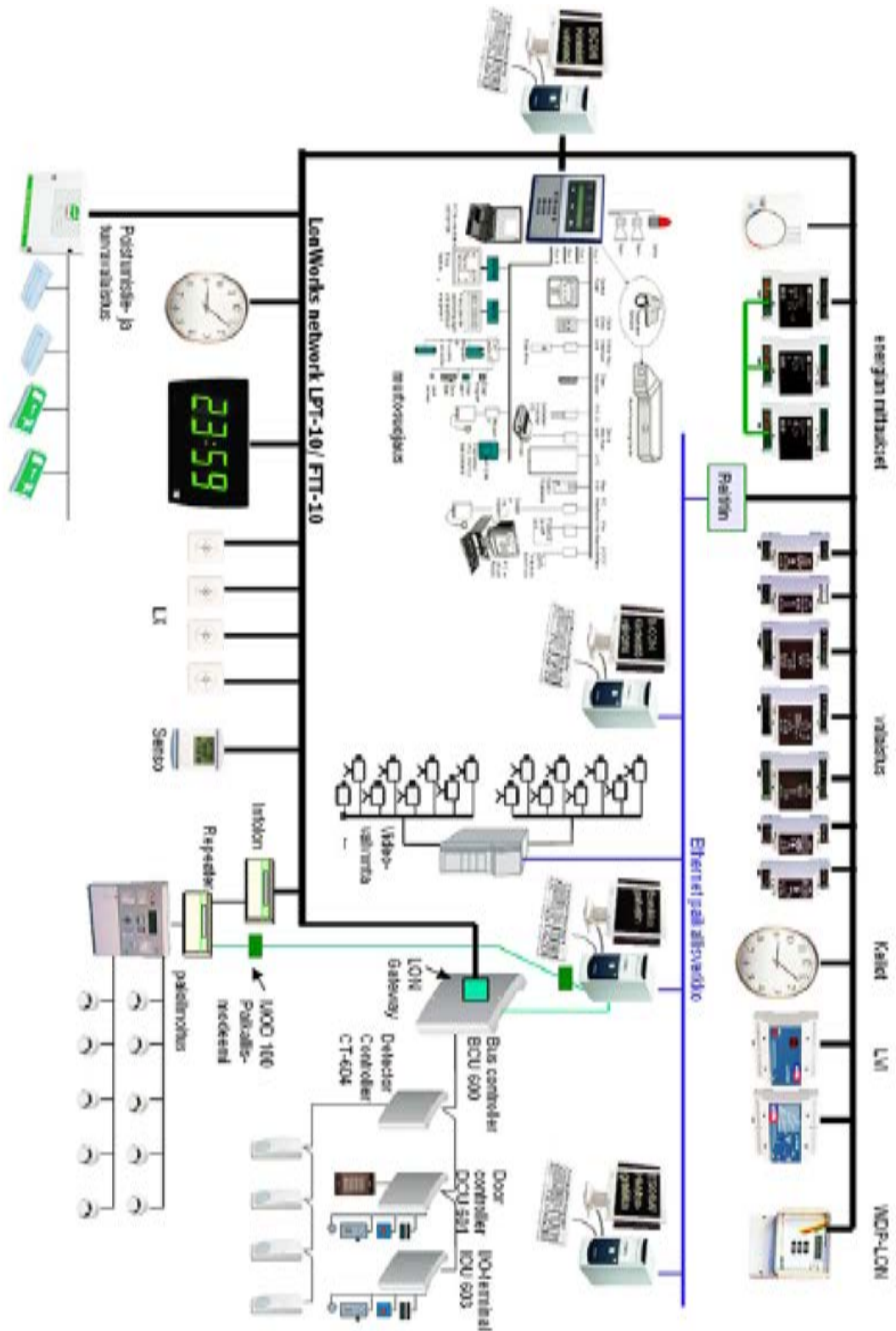
5 Erillisjärjestelmien integrointimahdollisuudet

Erillisjärjestelmien integroinnilla tarkoitetaan tässä insinööriyössä talotekniikkaa ohjaavien tai valvovien erillisjärjestelmien yhteenliittämistä KNX-väylätekniikan avulla.

Erillisjärjestelmien integrointimahdollisuuksien selvitys on aina aloitettava siitä, mitkä toiminnot, toiminnot halutaan tai voidaan integroida. Peruseriaatteena voidaan pitää sitä, että mitä pidemmälle yksittäisen toiminnon hajautus viedään, sitä enemmän järjestelmä maksaa. Järjestelmäintegroinnissa pitää ottaa huomioon myös tietoturvasuus, koska järjestelmiä yhdistetään keskenään ja jokaisen järjestelmän pitää täyttää tietoturva-määräykset.(4, s. 154.)

Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää vuoden 2013 alussa Aalto-yliopiston tutkijoiden tekemää kartoitusta, jossa löytyi 2 900 laitetta, joihin pääsyä ei ollut rajoitettu. Näihin erilaisiin teollisuuden automaatiojärjestelmiin, rakennusautomaatioon, sähköhallintaan ja järjestelmien etäkäyttöön liittyviin laitteisiin pystyi kuka tahansa ottamaan yhteyden internetin välityksellä. Tämä on yksi laajimmista hidastustöyssyistä järjestelmien integroinnin etenemisessä. (16, s. 13.)

Kuvassa 11 on esitetty lyhyesti talotekniikan kannalta tärkeimmät erillisjärjestelmät ja mahdollisuudet integroida ne LonWorks-väylään. Tämä kuva pätee pääsääntöisesti myös KNX-järjestelmän kanssa.



Kuva 11. Esimerkkikuva erillisjärjestelmien integraatiosta LonWork-väyläteknikkaan (17, s. 109.)

5.1 Paloilmoitinjärjestelmä ja palovaroitin

Paloilmoitinjärjestelmä on rakennuksen turvalaitteisto, joka tunnistaa tulipalon synnyn ja tekee tästä automaattisesti hälytyksen hätäkeskukseen sekä myös hälyttää valvottavassa tilassa. Järjestelmä koostuu ilmoitinkeskuksesta, paloilmaisimista, paloilmotuspainikkeista ja paikallishälyttimistä. Paloilmoitinjärjestelmätyyppejä ovat osoitteelliset järjestelmät, osoitteelliset älykkäät järjestelmät, perinteiset eli konvektinaaliset järjestelmät sekä näiden yhdistelmät. (17, s. 116; 18.)

Kaikissa edellä mainituissa järjestelmätyypeissa kaapelointi toteutetaan ns. silmukka-menettelällä. Osoitteellisissa järjestelmissä jokaisella silmukassa olevalla ilmoittimella on oma osoitteensa, ja kun tietyn ilmoittimen raja-arvo ylittyy, tämä lähettää tiedon ilmoitinkeskukseen. Ilmoitinkeskuksesta taas nähdään osoitteen perusteella mikä ilmoitin hälyttää. Osoitteellisissa älykkäissä järjestelmissä taas ilmaisimissa itsessään on mikroprosessori, josta saadaan laajempaa tietoa palotilanteesta ja samalla pystytään välttämään virheelliset palohälytykset. Perinteisessä järjestelmässä ilmaisimet on kaapeloitu yleensä paloalueittain, ja jos jonkun silmukassa olevan ilmaisimen raja-arvo ylittyy, niin koko silmukka hälyttää ja näin ollen paloa ei pystytä paikantamaan kuin paloalueen tarkkuudella. (19, s. 47.)

Palovaroittimella tarkoitetaan laitetta, jota käytetään alkavan palon havaitsemiseen ja siitä hälyttämiseen. Laite sisältää samassa kotelossa palon havaitsemiseen, äänihälytykseen ja äänihälytyksen toimintaan tarvittavat komponentit. Palovaroitin eroaa paloilmotimesta siinä, että siinä ei ole erillistä hälytyskeskusta, eikä se automaattisesti ilmoita pelastuslaitokselle palosta. (18.)

Paloilmoitinjärjestelmän integroitavuuden ongelma muodostuu siitä, että järjestelmän on täytettävä viranomaisten säädökset ja määräykset; mm. pelastuslaki ja hätäkeskuslaki ovat eräitä näistä määräyksistä, jotka paloilmoitinjärjestelmän on täytettävä sitä koskevilta kohdiltaan. Paloilmoitinjärjestelmän toteutuksessa noudatetaan myös SFS-EN 54 -standardeja. Nämä määräykset ja säädökset eivät kokonaan kiellä, mutta ainakin rajaavat KNX-järjestelmän tapaisten kenttäväyläteknikoiden käyttämistä paloil-

moitinjärjestelmä-ympäristössä. Tosin tulevaisuudessa tulee olemaan mahdollista ottaa paloilmottimista I/O-tietoa KNX-väylään. Markkinoilta löytyy jo tällä hetkellä KNX-väylään sovitettavia palovaroittimia. Mahdollisesti saadaan myös paloilmottimen hälytyskeskuksesta suoraan info KNX-väylään muuntimen kautta.(20, s. 10; 19.)

5.2 Kulunvalvontajärjestelmä

Kulunvalvontajärjestelmän päätarkoituksena on rakennusten tai toimitilojen turvallisuuden ja omaisuuden suojaus, kulunohjaus ja luvattomien henkilöiden tai ajoneuvojen kulun rajoittaminen. Kulunvalvontajärjestelmä koostuu yleensä keskusyksiköstä sekä erilaisista kulunvalvontalukijoista. Kulunvalvonta on erittäin yleistä monissa yrityksissä sekä monissa muissa toiminnallisissa rakennuksissa, kuten kouluissa. Se mahdollistaa eri tehtävissä olevien henkilöiden kulun rajoittamisen yrityksen sisällä. Kulunvalvontajärjestelmään on myös monilla työpaikoilla sisällytetty työajanseuranta.

Erilaisista hyödyistä huolimatta KNX-järjestelmä ei ole saanut mittavaa jalansijaa kulunvalvontajärjestelmissä ja -sovelluksissa. Kulunvalvontajärjestelmien integroitavuutta rajaavat, kuten myös muissa turvajärjestelmissä, viranomais määräykset ja -säädökset. Näitä säädöksiä/lakeja ovat esimerkiksi:

- Yksityisyyden rauhan ja kunnian loukkaaminen (RikosL 24 luku) 531/200.
- Henkilötietolaki (HetiL) 523/1999
- Laki yksityisyyden suojasta työelämässä (759/2004)

Nykyisin eniten käytetty menetelmä on ns. I/O-tietojen avulla toimiva järjestelmä. Tosin kehitystyö etenee koko ajan, ja tällä hetkellä on kehitteillä monia ja jo julkaistuja erilaisia gateway-ratkaisuja, joilla saadaan kulunvalvonta yhdistettyä suoraan KNX-väylään ja data kulkemaan kumpaankin suuntaan. (17, s. 110; 22, s. 11, s. 112; 23; 24.)

5.3 Murtoilmaisujärjestelmä

Murtoilmaisujärjestelmän tehtävänä on valvoa suojattavaa kohdetta erilaisten ilmaisimien avulla. Kun valvottuihin tiloihin yritetään murtautua tai muuten vahingoittaa niitä, ilmaisimet laukaisevat hälytyksen ja ilmoitus lähetetään turvallisuusorganisaatiolle. Järjestelmä koostuu yleensä erilaisista ilmaisimista, keskusyksiköistä, käyttölaiteista sekä hälytyksen siirtolaitteista.

Murtoilmaisu- ja kulunvalvontajärjestelmät toimivat yleensä samoissa tiloissa ja valvovat näitä tiloja. Usein nämä kaksi erillisjärjestelmää on integroitu yhdeksi toimivaksi järjestelmäksi.

Turvajärjestelmien integroitavuutta rajaavat edellä mainitut viranomaismääräykset tai -lait. Mahdolliset kohteet tai ratkaisut on toteutettu kärkitietojen avulla. Tämä pätee sekä kulunvalvontajärjestelmiin että murtojärjestelmiin, esimerkiksi kun tunnistin hälyttää tunkeilijasta, niin KNX reagoi siihen sytyttämällä valot kyseiseltä alueelta. Peruseriaatteeltaan KNX tekee sen, mitä turvajärjestelmä sille kertoo. (17, s. 110 s. 113-114; 23; 24.)

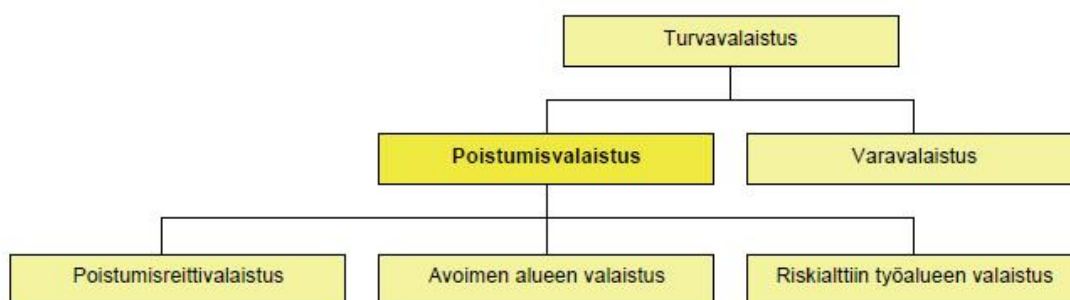
5.4 Kameravalvontajärjestelmä

Kameravalvontajärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jonka avulla saadaan näköyhteys valvottavilta alueilta valvontapaikkaan erilaisten kameroiden avulla. Järjestelmä rakentuu kameroiden lisäksi myös keskuslaitteista, kuvantallentimista ja monitoreista. Kameravalvonnan tarkoitus on tukea muiden turvajärjestelmien toimintaa. Kameravalvontajärjestelmää käytettäessä on otettava huomioon, ettei rikota rikoslain asettamia säädöksiä ja määräyksiä. (25, s. 1.)

Kameravalvonnan integroinnilla tarkoitetaan pääsääntöisesti kameroiden ohjauksen integrointia. Kameroiden välittämä kuva taas siirretään erillistä siihen soveltuvaa tiedonsiirtoväylää pitkin. Kameroiden ohjaus on mahdollista integroida KNX-järjestelmään joko ns. perinteisellä menetelmällä eli kärkitiedon avulla tai sitten data-rajapinnan avulla. (17, s. 115; 24.)

5.5 Poistumistie- ja turvavalaistusjärjestelmä

Poistumistie- ja turvavalaistusjärjestelmän tehtävä on henkilöturvallisuuden lisääminen helpottamalla rakennuksista poistumista erilaisissa poikkeustilanteissa, mm. tulipalon sattuessa. Poistumisvalaistus kuuluu kokonaisuudessa turvavalaistukseen, joka on erityisiä valaistusmuotoja kattava yleisnimitys. Kuvassa 12 on esitetty turvavalaistukseen kuuluvat valaistusmuodot. (27, s. 11.)



Kuva 12. Kaavio turvavalaistuksen erityismuodoista. (27, s. 11.)

Poistumistie- ja turvavalaistusjärjestelmät voidaan jaotella kahteen eri pääryhmään. (27, s. 49-50.)

- keskusakustojärjestelmät
- yksikkövalaisinjärjestelmät

Keskusakustojärjestelmässä käytetään yleensä 24 V:n tai 230 V:n keskusakustoa, joka sijoitetaan keskuksen viereen. Poikkeustilanteissa valaisimet ottavat käyttöjännitteensä keskusakustosta.

Yksikkövalaisinjärjestelmä on huomattavasti yksikertaisempi järjestelmä ja näin helpommin toteutettavissa. Järjestelmän jokaisessa yksittäisessä valaisimessa on oma varavoiman teholähde, yleensä akku tai kondensaattori. Markkinoilla on jo julkaistu yksikkövalaisinjärjestelmiä, jossa valaisimet kommunikoivat keskenään käyttämällä radiosignaaleja, eivätkä näin ollen tarvitse erillistä ohjauskaapelointia. (27, s. 50-51.)

Turvavalaistuksessa ns. älyn lisääntyminen kasvattaa myös sen potentiaalisia integrointimahdollisuuksia KNX-järjestelmään. Tosin tällä hetkellä tällaisia sovelluksia ei ole. Tulevaisuudessa, kun erillisjärjestelmät kommunikoivat keskenään, joko KNX-järjestelmän kautta tai jonkun muun järjestelmän kautta, niin turvavalaistuksesta löytyy monia erilaisia kehityskohteita; esimerkiksi paloilmoitinjärjestelmän ja turvavalaistuksen integrointia, jossa turvavalaistus osaa sammuttaa ne poistumistievalaisimet, jotka ohjaavat ihmisiä paloilmoitinjärjestelmän ilmoittamalla paloalueella.

6 Rakennusautomaatio-järjestelmien integrointi

Rakennusautomaatio-järjestelmällä tarkoitetaan talotekniikassa (LVIS) säätö- ja ohjausjärjestelmää, jonka avulla pystytään rakennuksen tarpeetonta energiankäyttöä laskemaan ja optimoimaan. Rakennusautomaation tavoitteina voidaan pitää mm. prosessin säätöjen ja ohjauksien toteuttamista suunnitelmien edellyttämällä tavalla sekä tarjota käyttäjälle ja ylläpitäjälle käyttöliittymä, joka on selkeä, ymmärrettävä ja päivittäistä käyttöä tukeva. (28, s. 49.)

6.1 VAK

Perinteisellä menetelmällä toteutetuissa rakennusautomaatioissa laitteita ja kojeita ohjataan isoissa kohteissa ns. valvonta-alakeskuksilla, joissa pyörii omana kenttäväylänä yleensä Modbus. Pienemmissä kohteissa toteutetaan laitteiden ohjaus laitetoimituksen mukana tulevilla laitekohtaisilla ohjauskeskuksilla, joihin tieto tuodaan suoraan mittaus- ja ohjauslaitteilta.

Valvonta-alakeskuksista eli VAK:sta ja siihen sisältyvästä automaatiosta puhutaan yleensä termillä kiinteistöautomaatio (talotekniikassa). Nykypäivän rakennusautomaatiossa VAK on olennainen osa järjestelmää. Valvonta-alakeskuksella ohjataan rakennuksissa varsinkin lämmitystä, ilmanvaihtoa ja jäähdytystä sekä monia muita asioita.

Kiinteistöautomaatiota käytetään järjestelmän seurantaan siten, että kaikki järjestelmän osat, tässä tapauksessa LVI-puolen komponentit, toimivat moitteettomasti ja mahdollisista vikatilanteista tulee hälytys, joka ohjataan eteenpäin käyttäjälle. Automaatiota käytetään myös säätöön, esim. jos tilan lämpötila nousee, niin lämpötila-anturi antaa

ilmoituksen VAK:iin, joka tämän jälkeen tehostaa ilmavaihtoa ennalta asetettujen raja-arvojen mukaan. Tulipalon syttyessä samainen anturi ilmaisee merkittävän lämpötilan nousun ja ilmoittaa tästä VAK:iin, joka ohjelmallisesti sulkee koko rakennuksen ilmavaihdon. Liitteessä 1 on vielä VAK/KNX-esimerkkitoimintaselostus rakennusautomaation osalta.

6.2 KNX-järjestelmän integroitavuus

KNX-järjestelmälle löytyy erilaisia mahdollisuuksia integroitavuuden parantamiseksi valmistajakohtaisesti. Tämä tosin on juuri ehkä se isoin ongelma. Vaikka KNX on standardoitu EN 50090 ja ISO IEC 14543 -standardeissa, niin mitään yleistä ratkaisua ei ole markkinoilla, vaan jokaisella valmistajalla on omat ratkaisunsa integroitavuuden parantamiseksi.

KNX-järjestelmän integrointi toteutetaan tällä hetkellä rakennusautomaation kannalta VAK painotteisesti eli KNX-järjestelmä liitetään VAK:ssa käytettävän kenttäväylän rinnalle gatewayn avulla ns. rajapinnan avulla. Tämä johtuu siitä, että suurin osa LVI-laitteista on suunniteltu liitettäväksi ainoastaan VAK:ssa käytettävään kenttäväylään eli ModBusiin tai Bacnettiin. Tosin markkinoille on tulossa ja onkin jo KNX-väylään liitettäviä LVI-laitteita, mutta näiden määrä on vielä erittäin pieni verrattuna perinteisiin VAK:iin liitettäviin laitteisiin.

Edellä mainitun gatewayn avulla pystytään kiinteistöautomaatio jakamaan kahtia. Eli anturit ja painikkeet pystytään sijoittamaan KNX-järjestelmän puolelle ja toimilaitteet ja kojeet sijaitsevat taas ns. VAK:n puolella. Tämän johdosta käyttäjän on helppo muokata puhalluksen tehostamista, lämmitystä, jäähdytystä sekä KNX-järjestelmään liitettäviä muita järjestelmiä, esim. valaistus, KNX-järjestelmän puolella olevilla ohjauslaitteilla, kuten painikkeilla ja antureilla. Käyttäjän ei näin ollen myöskään tarvitse järjestää pehdytystä muuta kuin KNX-järjestelmään. Liitteessä 2 on vielä KNX-esimerkkitoimintaselostus rakennusautomaation osalta.

Tämän integroinnin ongelma piilee siinä, että ohjelmointi täytyy tehdä sekä KNX:n että VAK:n puolella erikseen, jotta saadaan data liikkumaan oikean rajapinnan yli ja edelleen yhdistettyä KNX:n puolella olevat ohjauslaitteet ja VAK:n puolen toimilaitteet toisiinsa. Tämä taas ei aina ole niin yksinkertaista kuin se mahdollisesti kuulostaa.

Ilmeisesti tulevaisuudessa, kun KNX-järjestelmään liitettävien laitteiden määrä kasvaa ja tekniikka kehittyi, voidaan valvonta-alakeskuksista luopua kokonaan. Tällä hetkellä KNX pystyy jo toteuttamaan ohjauslaitteiden puolen kokonaisuudessaan, mutta toimilaittepuoli pystytään toteuttamaan ainoastaan osittain. Liitteessä 2 on vielä KNX-esimerkkitoimintaselostus rakennusautomaation osalta.

6.2.1 Rajapinnat

KNX-järjestelmään löytyy erilaisia rajapinta-muuntimia monelta eri valmistajalta. Nämä eroavat toisistaan tuettujen väyläjärjestelmien määrässä sekä hinnoissa. Mitä enemmän on mahdollisuuksia muuntaa KNX:n lähettämä signaali eri väyläjärjestelmiin sopivaksi, sitä kalliimpia laitteet ovat markkinoilla. Yleisimmät muuntimet voisi siis jopa olla "KNX to DALI" sekä "KNX to ModBus" -muuntimet. Nämä muuntimet eli ns. gatewayt mahdollistavat signaalin tai datan liikkumisen vaivattomasti toisesta järjestelmästä toiseen.

Vaikka KNX:stä puhutaan, että sitä käytetään valaistuksen ohjaukseen, niin silti markkinoilta ei löydy yhtään KNX-järjestelmään sopivaa valaisinta, vaan kaikki ovat ns. DALI-valaisimia. Tämä tarkoittaa sitä, että KNX-signaali muunnetaan gatewayn avulla DALI-väylään sopivaksi, ja taas toisinpäin. Tämä taas todennäköisesti juontaa juurensa siitä, että DALI on saavuttanut hyvin suuren aseman valaistuksessa. Tästä johtuen KNX:ää kehittäneet ja sen parissa työskentelevät ovat nähneet parhaaksi, että mieluummin yhdistytään DALI-väylään kuin lähdetään kilpailemaan kyseisen väylän kanssa.

Sama pätee suurin piirtein myös ModBusin kanssa, koska ModBusissakin on suhteellisen vanha järjestelmä ja sillä on sama asema LVIA-puolella kuin DALIlla valaistuksessa. KNX ei ole pystynyt haastamaan näitä kahta järjestelmää niiden ideaaliympäristöissä. Tosin LVI-puolella KNX on pikku hiljaa saamassa yhä enemmän ja enemmän jalansijaa, toisin kuin DALI-puolella, jossa tuskin on tapahtunut yhtään kehitystä viimeisen kymmenen vuoden aikana.

6.2.2 Väylärakenteella saavutettavat hyödyt

Väylärakenteessa on paljon mahdollisuuksia, mutta se ei välttämättä ole kaikkein kustannustehokkain ratkaisu. Se on riippuvainen siitä, millaisia toimintoja halutaan kohteeseen. Kuten kenttäväyläjärjestelmät-osiossa mainittiin, niin väyläpohjainen rakenne pystyy parhaassa tapauksessa vähentämään kytkentäpisteiden ja kytkentäliityntöjen määrää 60-70 %. Tähän vaikuttaa paljon se, kuinka monimutkainen järjestelmä halutaan toteuttaa. Jos järjestelmä on hyvin yksinkertainen ja kattaa halutut toiminnot nyt ja tulevaisuudessa, silloin väylärakenteisen järjestelmän hyödyntäminen olisi pelkkää rahan tuhlausta. Tämä johtuu siitä, että KNX-järjestelmän komponentit maksavat tällä hetkellä suhteessa enemmän kuin perinteisen järjestelmän komponentit. (3. s.33)

Väylärakenteella saavutetaan myös muita hyötyjä kuin pelkissä kytkentäpisteiden määrissä. Väylärakenne mahdollistaa helposti ja sujuvasti uusien komponenttien ja pisteiden lisäämisen järjestelmään. Suunnittelukustannuksia pienentää mm. tietokantojen yhdenmukaistuminen. Myös väylärakenteisen arkkitehtuurin johdosta kohteeseen ei välttämättä tarvitse suunnitella erillisiä ristikytkentätiloja.

7 Kustannusvertailu VAK – KNX

Taulukossa 1 on koottuna hintavertailu, johon on otettu mukaan ne komponentit, jotka pystytään korvaamaan perinteisestä järjestelmästä KNX-järjestelmän tuotteilla.

Hintavertailussa on käytetty apuna mallikohteen asiakirjoja ja tarjouksia. Kyseiset hinnat ovat tukkukauppojen antamia hintoja, eivätkä ne sisällä arvonlisäveroa. Hintavertailutiedot taulukossa ovat suuntaa antavia.

Taulukko 1. Hintavertailu

VAK / BACNET				
	Määrä (kpl)	Hinta (€/kpl)	ALV (0%)	ALV (24%)
Huoneanturi (lämpötila)	6	38	228	282,72
Kanava-anturi (lämpötila)	14	69	966	1 197,84
Ulkoanturi	1	29	29	35,96
Ohjausmoduuli	6	353	2 118	2 626,32
Indikointimoduuli	5	321	1 605	1 990,20
Universaalimoduuli	8	464	3 712	4 602,88
			8 658	10 735,92
			Yhteensä € (ALV 0%)	Yhteensä € (ALV 24%)
KNX/Perinteinen				
	Määrä (kpl)	Hinta (€/kpl)	ALV (0%)	ALV (24%)
Lämpötila-anturi	20	51	1 020	1 264,80
Ulkoanturi	1	307	307	380,68
Venttiiliohjain/Pellit	2	544	1 088	1 349,12
Puhallinkonvektori	19	473	8 987	11 143,88
USB-sovitin	1	213	213	264,12
KNX/IP-Reititin	1	244	244	302,56
			11 859	14 705,16
			Yhteensä € (ALV 0%)	Yhteensä € (ALV 24%)
KNX/Homelynk				
	Määrä (kpl)	Hinta (€/kpl)	ALV (0%)	ALV (24%)
Lämpötila-anturi	20	51	1 020	1 264,80
Ulkoanturi	1	307	307	380,68
Venttiiliohjain/Pellit	2	544	1 088	1 349,12
Puhallinkonvektori	19	473	8 987	11 143,88
Logiikkamoduuli (Home- lynk Bacnet to KNX)	1	662	662	820,88
			12 064	14 959,36
			Yhteensä € (ALV 0%)	Yhteensä € (ALV 24%)

Taulukosta 1 käy ilmi, että vaikka KNX pystyykin korvaamaan perinteisen menetelmän eli ns. VAK-puolen, se ei ole välttämättä kustannustehokasta nykyisillä markkinahinnoilla. Tosin tulevaisuudessa, kun KNX yleistyy ja kehittyy kenttäväyläjärjestelmänä, niin myös rakennusautomaation kannalta katsotut erilaiset toteutusratkaisut lisääntyvät ja näiden kautta myös KNX:n markkinahinnat laskevat.

8 Soveltuvuus valittuun mallikohteeseen

Kuten edellä mainittiin, niin monet asiat vaikuttavat siihen, onko KNX-järjestelmä soveltuva mainitun mallikohteen kokoluokan rakennukseen. Siihen vaikuttavat projektin budjetti, käyttäjän haluamat toiminnot, sekä onko kohde uudisrakennus- vai saneeraus-kohde.

Kun huomioidaan KNX-järjestelmän mahdollistamat ominaisuudet ja toiminnot, vain mielikuvitus on rajana. Näin ollen KNX-järjestelmän hyödyntäminen ei välttämättä saavuta koko potentiaaliaan julkisessa rakentamisessa, jossa automaatiojärjestelmiltä vaadittavat toiminnot pystytään toteuttamaan perinteisellä järjestelmällä suhteellisen moitteettomasti. Tämän johdosta KNX-järjestelmän hyödyntäminen tämän kokoluokan ja tämän tyyppisessä kohteessa ei välttämättä ole kustannustehokkain, eikä parhain mahdollinen ratkaisu tällä hetkellä.

Toisaalta tämä ei tarkoita sitä, että KNX-järjestelmän käyttö kannattaisi kokonaan unohtaa, kun kyseessä on julkinen rakentaminen. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää vanhusten hoitokoteja, joissa henkilökunnan määrä on laskenut viime vuosina, joten tätä henkilöstövajetta pystyttäisiin kompensoimaan hyödyntämällä erilaisia innovatiivisia järjestelmiä, joihin myös KNX lukeutuu.

9 Yhteenveto ja päätelmät

Työn tavoitteena oli tutkia KNX-järjestelmän integroitavuutta muihin taloautomaatiossa käytettäviin järjestelmiin.

KNX-järjestelmän integroitavuutta hidastavat mahdollisesti turvajärjestelmiä koskevat viranomais määräykset ja -säädökset, joita KNX ei tällä hetkellä täytä. Tästä johtuen

KNX-järjestelmän käyttö pääalustana järjestelmäintegraatioissa ei ainakaan julkisessa rakentamisessa ole mahdollista. Yksityistä rakentamista koskevat säädökset ovat hie-man erilaiset ja yksityispuolella on jo toteutettu kohteita, joissa KNX-järjestelmä ohjaa muita taloautomaatiojärjestelmiä, joko gatewayn kautta tai siten, että kyseinen järjestelmä on sulautettu KNX-järjestelmään. Nämä kohteet ovat kokoluokaltaan omakotitalon kokoisia.

KNX-järjestelmän yhdistäminen muiden taloautomaatiossa käytettävien järjestelmien kanssa yhdeksi toimivaksi järjestelmäksi on omasta mielestäni täysin mahdollista, mutta se ei todellakaan ole tällä hetkellä kustannustehokkain ratkaisu. Tämä ratkaisu vaatii erittäin paljon kompromisseja, se on erittäin haastava toteuttaa, sekä suunnittelijoiden että urakoitsijoiden kannalta.

Tulevaisuudessa tekniikan kehittyessä mahdollisesti myös integrointi yleistyy, tapahtui se sitten KNX-järjestelmän avulla tai jollain muulla tavalla. Suurien ikäluokkien eläköityminen antaa myös tilaa nuorille tietotekniikka-osaajille, jotka mahdollisesti ovat avoimempia integrontisovelluksille kuin suuret ikäluokat.

Integroitavuutta parantaa myös se, kuinka paljon KNX-järjestelmää hyödynnetään rakennusprojekteissa. Mitä enemmän järjestelmää hyödynnetään, sen paremmin suunnittelijat oppivat sen mahdollisuudet ja heikkoudet. Heikkouksia pystytään aina parantamaan, jos ne vaan tunnistetaan. Näin ollen suunnittelijat ja laitekehittäjät pystyvät suosittelemaan järjestelmää tilaajille/käyttäjille yhä paremmin.

Integroiduilla järjestelmillä saavutettavia hyötyjä ovat mm. halvemmat investointikustannukset ja käyttökustannukset sekä erilaiset uudet mahdollisuudet energiasäästöihin. Halvemmat investointikustannukset syntyvät yhteisestä valvomo-pc:stä ja yhteisestä tiedonsiirtoverkosta. Halvemmat käyttökustannukset syntyvät siitä, että sama henkilöstö pystyy hallitsemaan rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä. Energiasäästöjä syntyy mm. siitä, että kulunvalvonnalla pystytään ohjaamaan ilmastointia ja valoja.

Taulukossa 2 on vielä kerrattuna insinööriyössä esiteltyjä järjestelmiä ja näiden mahdollisuuksia integroitua KNX-järjestelmään. Taulukossa on esitelty, onko tällä hetkellä mahdollista integroida joko I/O eli kärkitietojen avulla vai pystytäänkö väylä yhdistämään suoraan ns. muuntimen kautta, jotta saadaan suoraan digitaalista tietoa toisesta järjestelmästä. Taulukossa 2 on myös esitetty, onko integrointi kannattavaa, tosin tämä

on ainoastaan suuntaa antavaa tietoa, koska kannattavuuslaskelmat täytyy jokaisen rakennuskohteen ja järjestelmän osalta tehdä aina erikseen.

Taulukko 2. Muiden järjestelmien integrointi KNX-järjestelmään (Yhteenveto)

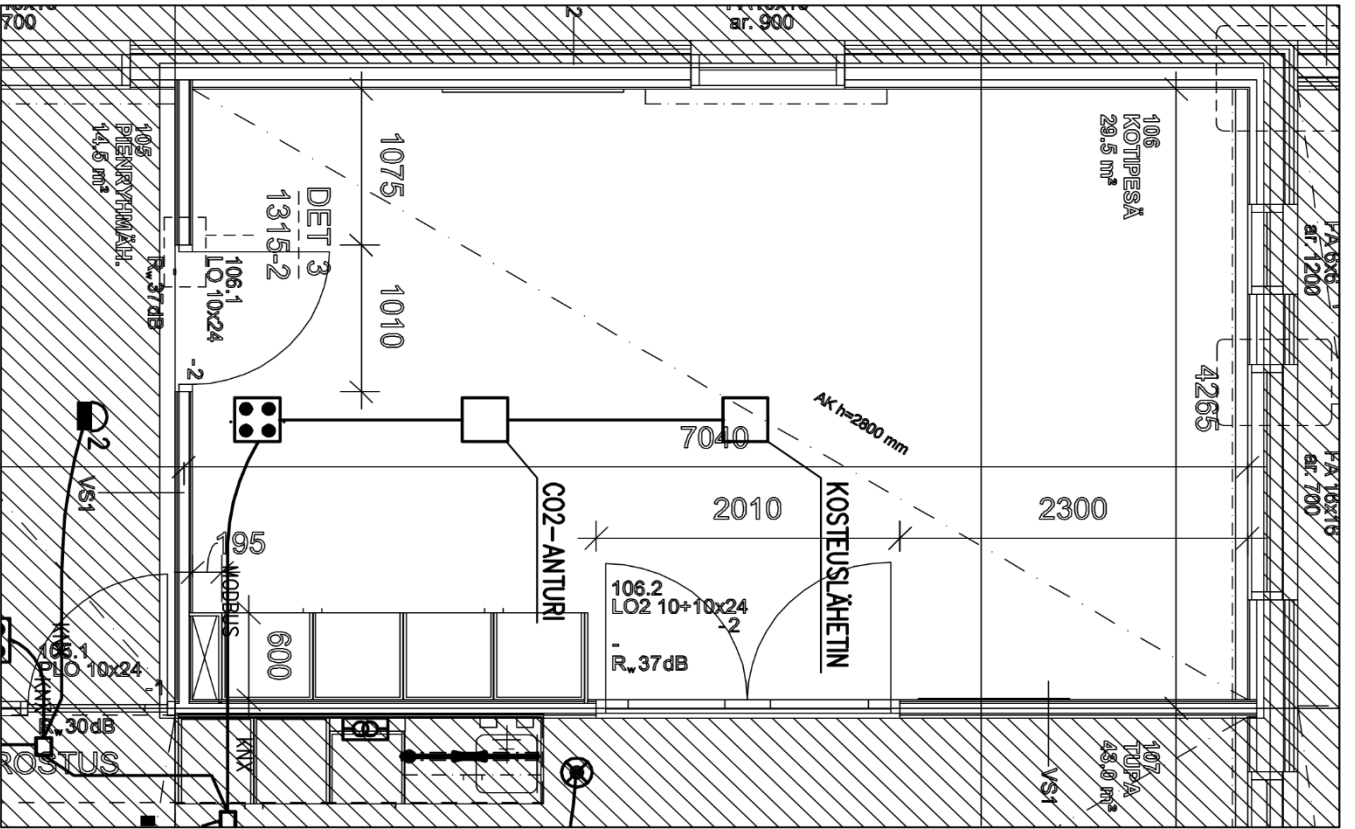
JÄRJESTELMÄ	INTEGROITAVA		KANNATTAVA		Huom!
	I/O	DATA	KYLLÄ	EI	
Modbus		X		X	
DALI		X	X		
LonWorks		X		X	
Paloilmoitin				x	
Palovaroitin	x	x		x	
Kulunvalvonta	X		X		1)
Murtoilmaisuu	X		X		1)
Kameravalvonta	X			X	1)
Poistumistie- /turvavalaistus				X	
Rakennusautomaatio	X	X		X	1)

1) Kannattavuutta selvittäessä täytyy ottaa huomioon myös kohteen koko.

Lähteet

- 1 Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennus- ja asuntotuotanto [verkkajulkaisu]. ISSN=1796-3257. huhtikuu 2015, Liitetaulukko 1. Myönnettyt rakennusluvut, 1000 m³ 1) . Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 22.7.2015].
Saantitapa: <www.stat.fi/til/ras/2015/04/ras_2015_04_2015-06-23_tau_001_fi.html>. Luettu 1.8.2015
- 2 Varhaiskasvatuslaki 19.1.1973/36.
<<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1973/19730036>>. Luettu 4.7.2015.
- 3 Helsingin Kaupunki. Ympäristökeskus. Helsinki 2013,
<www.hel.fi/static/ymk/esitteet/paivahoitotilat.pdf>. Luettu 4.7.2015.
- 4 Piikkilä, Veijo. 2006. ST-Käsikirja 21 Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähköinfo Oy
- 5 ModBus, Wikipedia. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Modbus>
- 6 Piikkilä, Veijo. Väylätekniikka (KY008) Osa II, 19.11.2011. Luentokalvot. Tampereen Ammattikorkeakoulu.
- 7 BACnet, Wikipedia. <<https://en.wikipedia.org/wiki/BACnet>>. Luettu 11.7.2015.
- 8 BACnet International.
<<http://www.bacnetinternational.org/faq#What%20is%20BACnet>>. Luettu 11.7.2015.
- 9 DALI-manual. <www.dali-ag.org/fileadmin/user_upload/pdf/news-service/brochures/DALI_Manual_engl.pdf>. Luettu 11.7.2015.
- 10 B.E.G. Luxomat, Nylund, Tunnistunluettelo 2015.
<www.nylund.fi/media/valaisimet-pdf/bm-kat_web_2012-id-18739.pdf>. Luettu 1.8.2015.
- 11 ABB i-bus KNX-taloautomaatio, Tuoteluettelo 2014
- 12 Piikkilä, Veijo., KNX 19.-20.03.2015. Luentokalvot. Tampereen Ammattikorkeakoulu.
- 13 KNX.org, Introduction, <www.knx.org/knx-en/knx/association/introduction/index.php>. Luettu 1.8.2015.
- 14 KNX.fi, <<http://knx.fi/index.php?k=220457>>. Luettu 1.8.2015.

- 15 ABB.fi, Älytalossa asutaan puhtaastai plussan puolella, <www.abb.fi/cawp/seitp202/A8A699D166AC8A85C1257B7900271F08.aspx?&_ga=1.193569517.1503865521.1440246737>. Luettu 22.8.2015.
- 16 Plaani, 2/2015, <http://nssoy.fi/uploads/Plaani_2_15/index.html>. Luettu 18.7.2015.
- 17 Piikkilä, Veijo. 2008. ST-Käsikirja 22 Kiinteistöjen valvontajärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 18 Paloilmotin ja -varoitin, Sähköala.fi, <www.sahkoala.fi/kiinteistoala/Turvallisuus/fi_FI/Paloilmotin/>. Luettu 18.7.2015.
- 19 Marttila, Heikki. 2004. ST-Käsikirja 10 Paloilmoitin-järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 20 Karppinen, Eeva. 2009. ST-ohjeisto 1 Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 21 Pakkaneva, Mika. 2015. Esmi / Scheider Electirc, Helsinki. Puhelinkeskustelu 2.3.2015
- 22 Kauppi, Veijo. 2007. ST-Käsikirja 11 Kulunvalvonta- ja rikosilmoitinjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 23 Kautto, Ville. 2015. Myyntipäälikkö, Stanley, Helsinki. Puhelinkeskustelu 16.3.2015
- 24 Saari, Janne. 2015. Myyntipäälikkö, Siemens, Helsinki. Puhelinkeskustelu 2.3.2015.
- 25 Hovinen, Reijo. 2009. ST-Kortti 98.57 Kameravalvontajärjestelmä. Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 26 Lankinen, Ari. 2015. Robert Bosch Oy, Helsinki. Sähköpostikeskustelu 20.3.2015
- 27 Jumppanen, Jarmo. 2004. ST-Käsikirja 36 Poistumisvalaistus. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 28 Piikkilä, Veijo. 2012. ST-Käsikirja 17 Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.



ILMANVAIHDON OHJAUS

- TILAN ILMANVAIHTOA OHJATAAN ANTUREIDEN SEKÄ TEHOSTUSPAINIKKEEN AVULLA

ANTUREIDEN TOIMINTAPERIAATE

- HIILIOKSIDIANTURI TEHOSTAA ILMANVAIHTOA PORTAATTOMASTI ILMANLAADUN MUKAAN.
- KOSTEUSLÄHETTIMEN ENNALLTA ASETETUN RAJA-ARVON YLITTYESSÄ ILMANVAIHTOA TEHOSTETAAN 1H AJAKSI,

TEHOSTUSPAINIKKEEN TOIMINTAPERIAATE

- TEHOSTUSPAINIKKEELLA TEHOSTETAAN ILMANVAIHTOA 1-5H MAKSIMINOPEUDELLA.

A muutos
B muutos
C muutos

D muutos
E muutos
F muutos

INSINÖÖRITOIMISTO
STACOLLOU
LEPOLANTEE 14
P. 09-720 6660
00660 HELSINKI
FAX. 09-720 6655

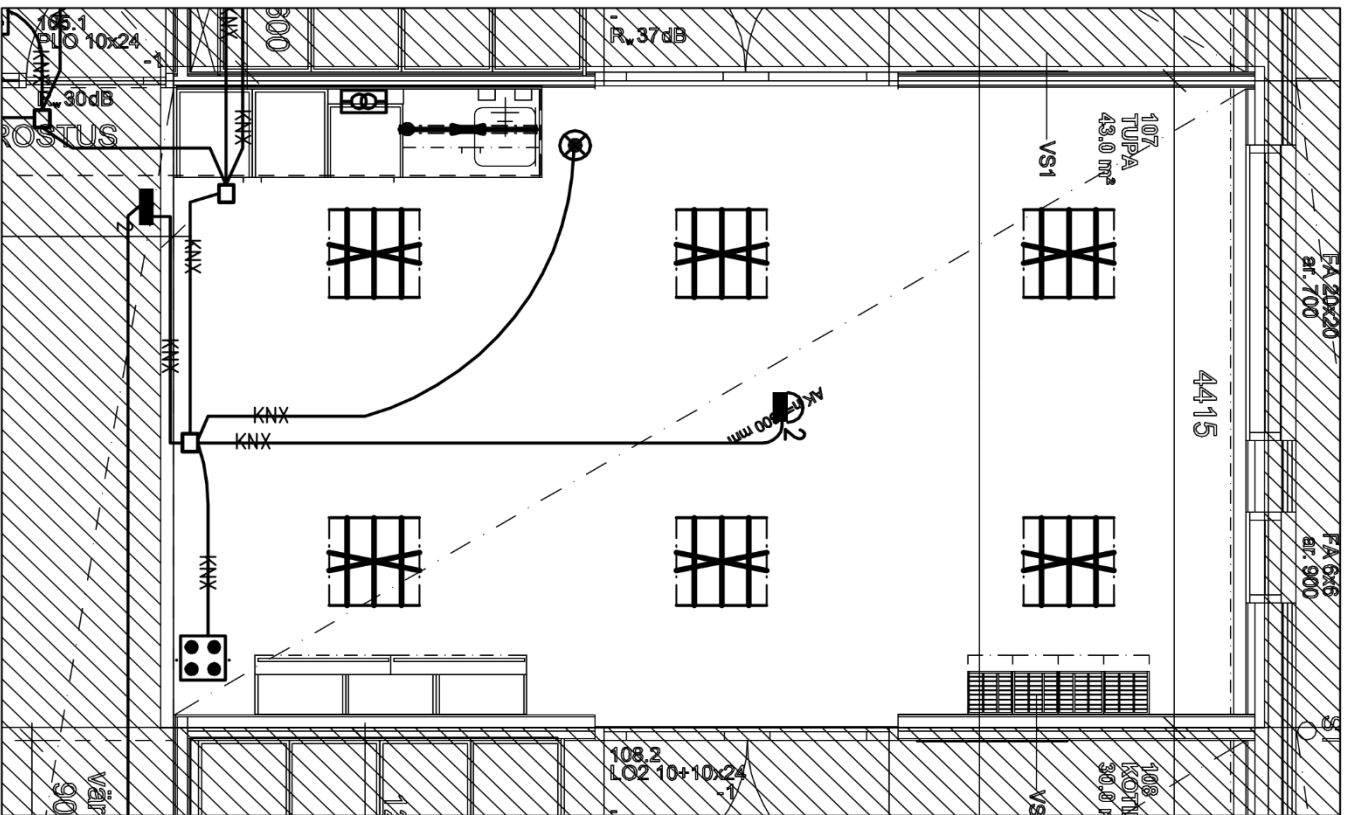
ESIMERKKIKOHDE
ESIMERKKIKATU 6
00009 HELSINKI

RAKENNUSAUTOMAATIO
VAK/MODBUS-TOMINTASELOSTUS
PIENRYHMÄTILAT

Suunn.	14.08.2015	Kokonaissuus	KNX	Sähtöpostiosoite	Yhtymänumero
Piirt.		Lehti	1/1		
sp		Piirustusnumero			
Tark.					

S 1111

A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos



VALAISTUSOHJELMAT

- VALAISTUS PÄÄLLE / POIS
- NUKUTUSVALAISTUS

VALAISTUSTAPA JA OHJAUS

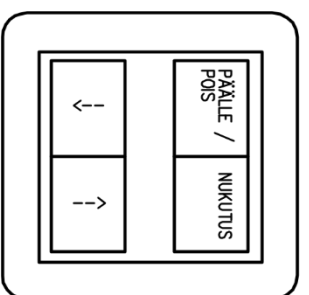
- VALAISTUSTA OHJATAAN PAINIKEOHJAUKSELLE
- VALAISTUSTA HALBITAAN LISÄKSI LÄSNÄOLO-OHJAUKSELLE
- LÄSNÄOLO-OHJAUKSESSA ON VÄHINTÄÄN 4 TARKKAILTAVAA SEKTORIA
- VALAISTUSVOIMAKKUUTTA VOIDAAN HALUTTAESSA MUUTTAA NUOLIPAINIKKEISTA
- TYÖTASOVALAISIMELLA OMA ERILLINEN PAINIKE PÄÄLLE/POIS

VALAISTUSOHJELMA 1

- PÄÄLLE / POIS OHJAUS SAMASTA PAINONAPISTA.
- LÄSNÄOLO-OHJAUS TOIMII SAMMUTTAVANA 15 MIN TILAN KÄYTTÄMÄTTÖMYYDEN JÄLKEEN.
- TILAN TULTAESSA VALAISTUS KYTKETÄÄN PÄÄLLE JA POISTUESSA POIS.

VALAISTUSOHJELMA 2 (NUKUTUS)

- PÄÄLLE / POIS OHJAUS SAMASTA PAINONAPISTA.
- VALAISTUSVOIMAKKUUS 10 % MAKSIMISTA
- LÄSNÄOLO-OHJAUS TOIMII SAMMUTTAVANA 2 H TILAN KÄYTTÄMÄTTÖMYYDEN JÄLKEEN.
- TILAN TULTAESSA VALAISTUS KYTKETÄÄN PÄÄLLE JA POISTUESSA POIS.
- VALAISTUSTASOJEN LOPULLISET SÄÄDÖT JA MITTAUKSET SUORITETAAN TOIMINTAKOKEISSA



INSINÖÖRITOIMISTO
staccon oy
LEPOLANTE 14
p. 09-720 8690

ESIMERKKIKOHDE
ERIMERKKIKATU 3
00009 HELSINKI

VALAISTUS
KNX/DALI-TOIMINTASELOSTUS
PIENRYHMÄTILAT

Suunn. SP /14.08.2015	Kokonaisuus KNX	Sähköpostio	Yönnumero
Piirt. SP	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.		S 1111	